

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 592 688

(21) N° d'enregistrement national :

86 00180

(51) Int Cl⁴ : F 04 D 17/12, 29/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 8 janvier 1986.

(71) Demandeur(s) : ALSTHOM, société anonyme. — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : Christian Mech et Jean-Marie Merigoux.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 28 du 10 juillet 1987.

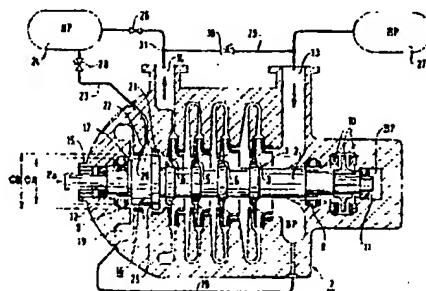
(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(74) Mandataire(s) : Michel Gosse, SOSPI.

(54) Turbomachine.

(57) Turbomachine du type comprenant un rotor 1 comportant un arbre 2 muni d'au moins une roue 3 à 6 et un stator 7 entourant le rotor et comportant une extrémité basse pression munie d'un orifice 13 et une extrémité haute pression munie d'un orifice 14, ledit arbre ayant une première extrémité située dans le stator et soumise à l'une des deux dites pressions et une seconde extrémité sortant du stator à travers une étan-
chéité 15, turbomachine comprenant un piston d'équilibrage axial 16 situé sur l'arbre à l'intérieur du stator et dont deux faces opposées sont soumises à des pressions différentes, caractérisée en ce que ledit piston est étagé sur deux diamè-
tres distincts \varnothing_a , \varnothing_b , un dispositif d'étanchéité 20, 21 étant
disposé au niveau de chaque diamètre du piston entre le
piston et le stator, une cavité intermédiaire 22 interne au
stator étant aménagée entre les deux dites étanchéités, en ce
qu'une conduite 23 relie ladite cavité intermédiaire à une capa-
cité 24 liée à ladite haute pression et en ce qu'une vanne
d'isolement 26 permet d'obtenir la communication entre ladite
capacité et l'orifice de l'extrémité correspondante du stator.



FR 2 592 688 - A1

0

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15



Turbomachine

La présente invention concerne une turbomachine du type comprenant un rotor comportant un arbre muni d'au moins une roue et un stator entourant le rotor et comportant une extrémité basse pression munie d'un orifice et une extrémité haute pression munie d'un orifice, ledit arbre ayant une première extrémité située dans le stator, et soumise à l'une des deux dites pressions et une seconde extrémité sortant du stator à travers une étanchéité, turbomachine comprenant un piston d'équilibrage axial situé sur l'arbre à l'intérieur du stator et dont deux faces opposées sont soumises à des pressions différentes.

On sait que dans ce genre de machine, il existe un "effet de fond" qui est un effort axial supporté par une butée. Dans le cas particulier d'un compresseur centrifuge à une roue et dont l'arbre comporte une première extrémité dans le stator du côté de la basse pression et dont l'autre extrémité, extérieure au stator, est soumise à la pression atmosphérique, cet effort axial F est alors schématiquement donné par la relation :

$$F = (p_o - p_a) S_1 - (p_f - p_o) S_2$$
 relation dans laquelle p_o représente la basse pression, p_f la haute pression, p_a la pression atmosphérique, S_1 la section de l'arbre au niveau de l'étanchéité de sortie d'arbre et S_2 la section différentielle entre la section correspondant à l'entrée dans la roue, côté basse pression et la section du piston d'équilibrage.

En choisissant correctement le diamètre du piston d'équilibrage, on peut ainsi faire en sorte que cet effet de fond supporté par la butée soit acceptable. Cependant, à l'arrêt de la machine, le piston d'équilibrage n'a plus d'effet car très rapidement p_f et p_o s'équilibrent pour s'établir à une pression de circuit p_c et l'on a alors $F = (p_c - p_a) S_1$, effort qui peut être très important si la pression du circuit p_c est très élevée.

Cela conduit à prévoir un dimensionnement de butée, non pas calculé pour le fonctionnement de la machine à son régime nominal, mais au contraire lors de ses mises en marche ou arrêt ; cela peut conduire aussi à une impossibilité d'utilisation de butées à gaz ou magnétiques qui n'acceptent que des charges modérées, ainsi qu'à une limitation de

l'emploi des machines en porte à faux ou à paliers intégrés.

La présente invention a pour but de pallier cet inconvénient et a pour objet une turbomachine du type défini ci-dessus, caractérisée en ce que ledit piston d'équilibrage est étagé sur deux diamètres distincts, un dispositif étanchéité rotatif étant disposé au niveau de chaque diamètre du piston entre le piston et le stator, une cavité intermédiaire interne au stator étant aménagée entre les deux dites étanchéités, en ce qu'une conduite relie ladite cavité intermédiaire à une capacité liée à ladite haute pression et en ce qu'une vanne d'isolation permet d'obturer la communication entre ladite capacité et l'orifice de l'extrémité correspondante du stator.

On va maintenant donner la description d'un exemple particulier de mise en oeuvre de l'invention en se référant au dessin annexé dans lequel :

15 La figure unique montre un compresseur centrifuge selon l'invention.

Le compresseur représenté sur la figure comprend un ensemble mobile ou rotor 1 comportant un arbre 2 muni de quatre roues centrifuges 3, 4, 5 et 6. Cet ensemble mobile est situé à l'intérieur d'un stator 7 et est supporté dans ce stator par deux paliers magnétiques 8 et 9 et sa position axiale est fixée par une butée magnétique double 10. Il est muni en outre de deux paliers auxiliaires à billes 11 et 12.

25 Le stator 7 comporte une extrémité basse pression, constituant, dans l'exemple particulier décrit, l'entrée ou l'aspiration, munie d'un orifice d'aspiration 13 et une extrémité haute pression, ou refoulement, munie d'un orifice de refoulement 14.

30 Comme on le voit sur la figure, l'extrémité de l'arbre située à droite c'est-à-dire du côté aspiration est située à l'intérieur du stator 7 et est soumise à la pression d'aspiration tandis que l'extrémité de l'arbre située à gauche, du côté de la haute pression traverse le stator à travers un dispositif d'étanchéité 15 et est soumise à la pression extérieure.

35 Du côté de l'extrémité haute pression, au delà de la dernière roue 6, l'arbre 2 porte un piston d'équilibrage 16 dont la face 17 la

plus éloignée de l'extrémité basse pression 13 est soumise à cette basse pression par une canalisation 18 reliant l'extrémité basse pression à une capacité 19 communiquant avec cette face 17.

5 Le piston d'équilibrage 16 est étagé sur deux diamètres distincts ϕ_A et ϕ_B dont le plus grand : ϕ_B est situé du côté du piston le plus proche de l'extrémité basse pression.

10 Un dispositif d'étanchéité, respectivement 20 et 21, est situé au droit de chacun de ces deux diamètres ϕ_A et ϕ_B du piston 16, entre le piston et le stator. Une cavité intermédiaire 22 du stator est située entre ces deux étanchéités. Cette cavité est reliée par une conduite 23 à une capacité à haute pression 24 constituée, par exemple, par le circuit haute pression auquel est reliée l'orifice de refoulement 14. Ainsi, l'épaulement 25 reliant les deux diamètres du piston est soumis à la pression de ce circuit haute pression 24.

15 La sortie haute pression 14 est munie d'une vanne d'isolement 26 permettant d'obturer l'extrémité haute pression.

L'orifice d'aspiration 13 est relié à un circuit basse pression 27 dans lequel aspire le compresseur.

20 En fonctionnement, la vanne 26 est ouverte, la basse pression à l'aspiration est par exemple de 30 bars et la haute pression au refoulement de 60 bars. Tout se passe comme si l'on avait un piston d'équilibrage 16 de diamètre ϕ_A soumis à la basse pression de 30 bars. Le labyrinthe 21 est soumis des deux côtés à la même pression : haute pression de 60 bars et ne joue donc aucun rôle en fonctionnement normal de la machine.

25 Lors de la commande d'arrêt du compresseur, la vanne 26 est fermée et très rapidement la pression de refoulement en amont de la vanne décroît pour arriver à la valeur de la pression de l'aspiration voisine de 30 bars à l'arrêt.

30 Cependant, grâce au labyrinthe 21, la cavité intermédiaire 22 se maintient à la haute pression voisine de 60 bars pendant toute la durée du ralentissement jusqu'à l'arrêt.

35 On bénéficie donc ainsi d'un gain de pression proche de 60-30 bars = 30 bars qui s'exercent sur la surface de l'épaulement 25 générant une force s'opposant à l'effet de fond.

Compte tenu du diamètre de l'arbre, il suffit de calculer convenablement la surface de cet épaulement 25 donc les diamètres ϕ_A et ϕ_B pour que l'effort axial sur la butée 10 soit raisonnable.

Si on calcule l'effort axial F en prenant comme dans le cas de 5 l'art antérieur cité l'hypothèse d'un compresseur centrifuge à une seule roue, on obtient la relation :

$$F = S_1 (p_0 - p_a) - S_{BA} (p_f - p_0) - S_3 (p_f - p_0)$$
 relation dans laquelle p_0 est la pression d'aspiration, p_f la pression de refoulement et p_a la pression atmosphérique, S_1 la section de l'arbre 10 au niveau de l'étanchéité, S_{BA} la section différentielle entre la section du piston de diamètre ϕ_A et la section du piston de diamètre ϕ_B et S_3 la section différentielle entre la section d'aspiration et la section du piston de diamètre ϕ_B .

D'après cette relation, on voit qu'à l'arrêt, le terme $S_3 (p_f - p_0)$ 15 s'annule rapidement à cause de la décroissance rapide de p_f tandis que le terme $S_{BA} (p_f - p_0)$ reste sensiblement constant car la face 25 du piston est toujours soumise à une pression voisine de p_f (haute pression).

Le dispositif s'applique également pour soulager la butée au démarrage à condition de disposer d'un circuit haute pression 24. Si le 20 circuit sur lequel est installé le compresseur n'est pas naturellement en pression, il suffit de disposer d'une capacité auxiliaire à haute pression contenant le volume nécessaire de fluide sous pression pour assurer le démarrage.

La conduite 23 peut être munie d'une vanne 28 de régulation de 25 pression commandée en fonction de la mesure de la poussée axiale permettant ainsi de moduler la pression dans la cavité intermédiaire 22.

De même, on peut avoir un circuit de by-pass 29 muni d'une vanne ou 30 d'un clapet pilote 30 reliant l'aspiration au refoulement en 31 avant la vanne d'isolement 26 et permettant d'éviter le pompage dans la séquence transitoire de démarrage ou d'arrêt.

REVENDICATIONS

1/ Turbomachine du type comprenant un rotor (1) comportant un arbre (2) muni d'au moins une roue (3 à 6) et un stator (7) entourant le rotor et comportant une extrémité basse pression munie d'un orifice (13) et une 5 extrémité haute pression munie d'un orifice (14), ledit arbre ayant une première extrémité située dans le stator et soumise à l'une des deux dites pressions et une seconde extrémité sortant du stator à travers une étanchéité (15), turbomachine comprenant un piston d'équilibrage axial (16) situé sur l'arbre à l'intérieur du stator et dont deux faces 10 opposées sont soumises à des pressions différentes, caractérisée en ce que ledit piston est étagé sur deux diamètres distincts (ϕ_A , ϕ_B), un dispositif d'étanchéité (20, 21) étant disposé au niveau de chaque diamètre du piston entre le piston et le stator, une cavité intermédiaire (22) interne au stator étant aménagée entre les deux dites 15 étanchéités, en ce qu'une conduite (23) relie ladite cavité intermédiaire à une capacité (24) liée à ladite haute pression et en ce qu'une vanne d'isolation (26) permet d'obturer la communication entre ladite capacité et l'orifice de l'extrémité correspondante du stator.

2/ Turbomachine selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite 20 capacité à haute pression (24) est constituée par le circuit auquel est reliée l'orifice de l'extrémité haute pression du stator, ladite conduite (23) reliant la cavité intermédiaire (22) à ladite capacité (24) étant reliée à cette capacité au delà de ladite vanne d'isolation (26) étant considéré que l'orifice haute pression est situé 25 en deçà de ladite vanne.

3/ Turbomachine selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite conduite (23) reliant la cavité intermédiaire à ladite capacité est munie d'une vanne (28) de régulation de pression.

4/ Turbomachine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée 30 en ce qu'une conduite de by-pass (29) munie d'un clapet pilote (30) relie l'extrémité basse pression (13) à l'extrémité haute pression (14) avant ladite vanne d'isolation (26).

